

IoT導入支援キットの作製

IoT導入支援キット（Denshi-Pi V2.0）とは

キットの構成と仕様

「見える化」の対象へ後付け可能

測定値や画像を遠隔で確認

本体：Raspberry Pi 4 Model B



「見える化」対象

各種
センサ

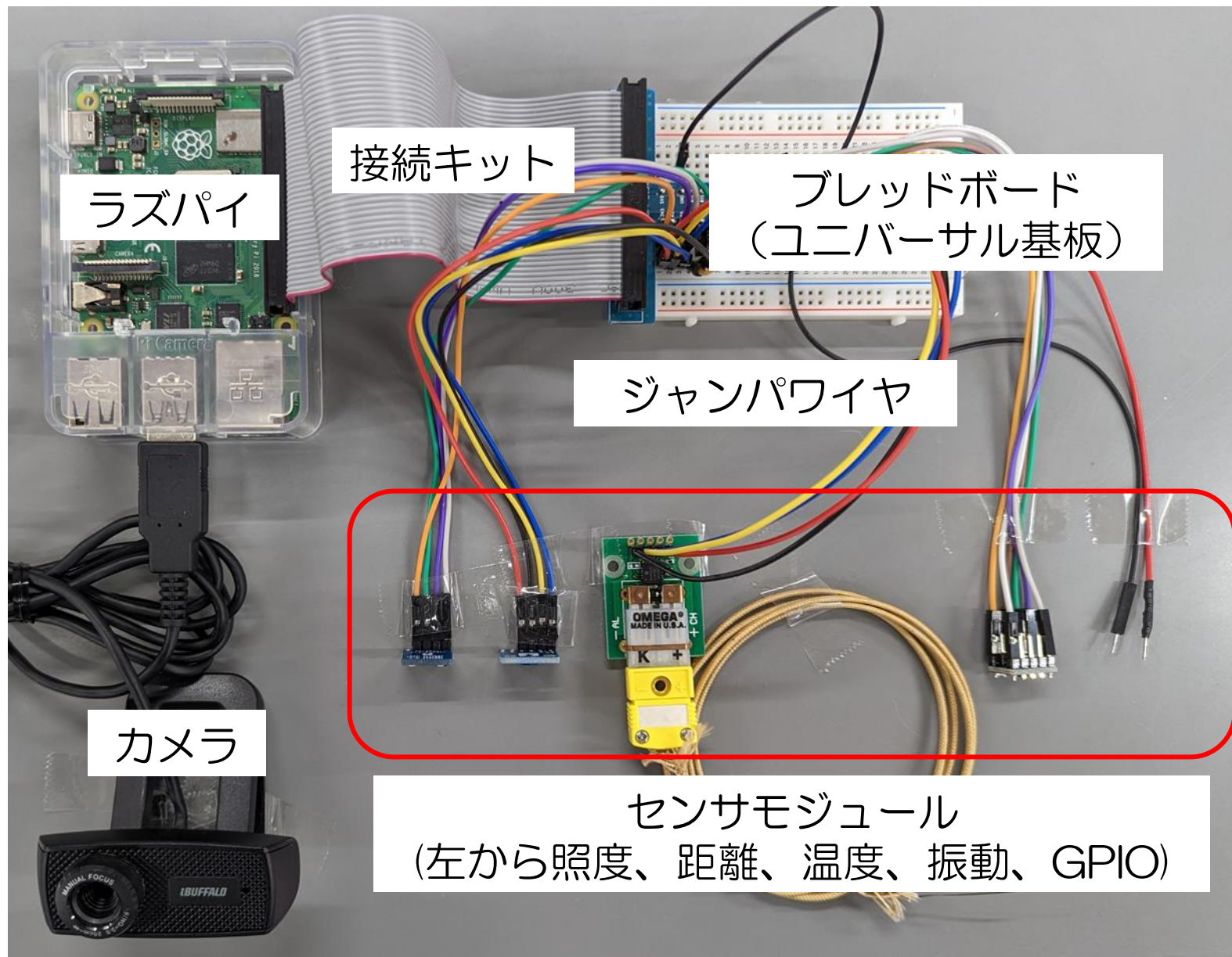


タブレット等

キットの特徴

- PC、タブレット、スマートフォンで**遠隔操作・監視**
各種センサ情報をPC、タブレット、スマホで確認。プログラム等の専門知識は不要。
- 既存設備に**後付けで設置可能**
設備の改造等は基本的に不要。設備が稼働している状態でキットを設置可能。
- **安価**に構築可能（1キット部品費：約1.6万円）
※2021年12月20日現在 半導体供給不足のため価格高騰中

全体概要 (ハードウェア)



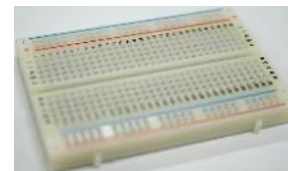
使用機材

1. ラズベリーパイ (Raspberry Pi 4 Model B)
シングルボードコンピュータ
2. 温度センサ (MCP9600/ストロベリー・リナックス)
熱電対温度センサモジュール
3. 振動センサ (MPU9250/ストロベリー・リナックス)
9軸センサモジュール(3軸加速度センサを使用)
4. 距離センサ (VL53L0X/スイッチサイエンス)
Time of Flight 距離センサモジュール
5. 照度センサ (TSL2561/ストロベリー・リナックス)
照度センサモジュール



使用機材

6. ブレッドボード (秋月電子通商)
電子回路の試作、実験用基板



7. カメラ・マイク (BSWHD06MBK/Amazon)
マイク内蔵120万画素USBwebカメラ



8. 接続キット (AE-RBPI-BOB40KIT/秋月電子通商)
ラズパイとブレッドボードを接続



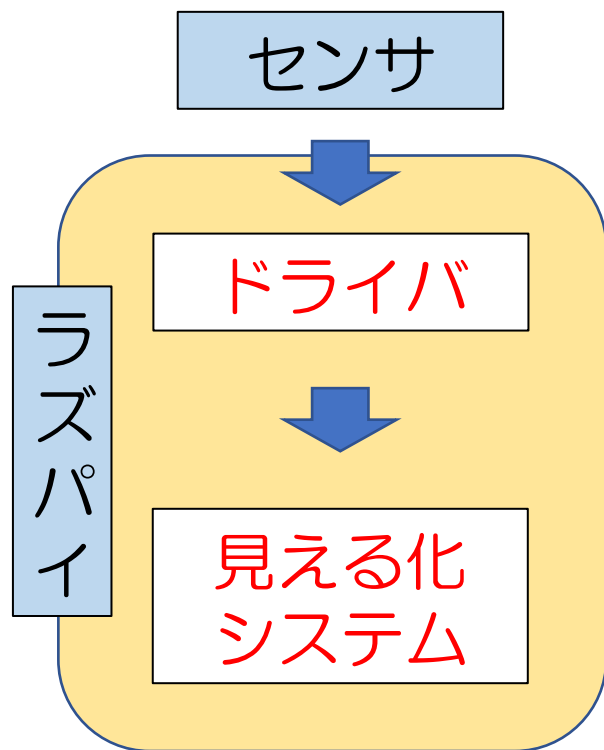
9. ジャンパワイヤ (18本) (Amazon)
センサとラズパイを接続するケーブル



10. SDカード (Amazon)
IoT導入支援キットの起動ディスク



全体概要（ソフトウェア）



ドライバ (Python)

- センサからデータを取得
- Node-RED用にデータ形式を変換

見える化システム (Node-RED)

- ドライバからデータを取得
- データの見える化（ブラウザ表示）



遠隔操作（有線／無線LAN）

- ブラウザで遠隔操作・監視
（PC、タブレット、スマートフォン）

本セクションのアジェンダ

- ① 起動ディスクの作製
- ② センサ回路の作製
- ③ 動作確認
- ④ 遠隔操作環境の構築

① 起動ディスクの作製

OS・ソフトウェアがインストールされた
起動ディスク(SDカード)を作製

パソコン	ラズベリーパイ
ハードディスク	SDカード
↓	↓
OS ドライバー 各種ソフトウェア	OS ドライバー 各種ソフトウェア

IoT導入支援キットの 起動ディスクの配布～起動ディスク作製について

起動ディスクの作製方法

福岡県工業技術センター
ホームページ

圧縮された
イメージ
ファイル

ダウンロード



ご自身の
Windowsのパソコン

- 解凍
- 起動ディスク作製
(SDカードへの書込み)

SDカード
挿入



ご自身の
ラズベリーパイ
システムの復元
(使用領域拡張)

ダウンロードURL

<http://www.fitc.pref.fukuoka.jp/information/downloadpage.htm>

IoT導入支援キットの 起動ディスクの配布～起動ディスク作製について

起動ディスクの作製方法

福岡県工業技術センター
ホームページ

圧縮された
イメージ
ファイル

ダウンロード

次のスライド

ご自身の
Windowsのパソコン

- 解凍
- 起動ディスク作製
(SDカードへの書込み)

SDカード
挿入

ご自身の
ラズベリーパイ
システムの復元
(使用領域拡張)

起動ディスク作製

①カードリーダーにmicroSDカードを挿入し、PCにUSB接続する。



②アイコンをダブルクリックして、Etcherを起動



⑤Flash!をクリック

④名称、容量などから挿入したカードリーダーが選択されているか確認



③Select image をクリック

→●●●.zip(ダウンロードしたファイル)を選択

IoT導入支援キットの 起動ディスクの配布～起動ディスク作製について

起動ディスクの作製方法

福岡県工業技術センター
ホームページ

圧縮された
イメージ
ファイル

ダウンロード

ご自身の
Windowsのパソコン

- 解凍
- 起動ディスク作製
(SDカードへの書込み)

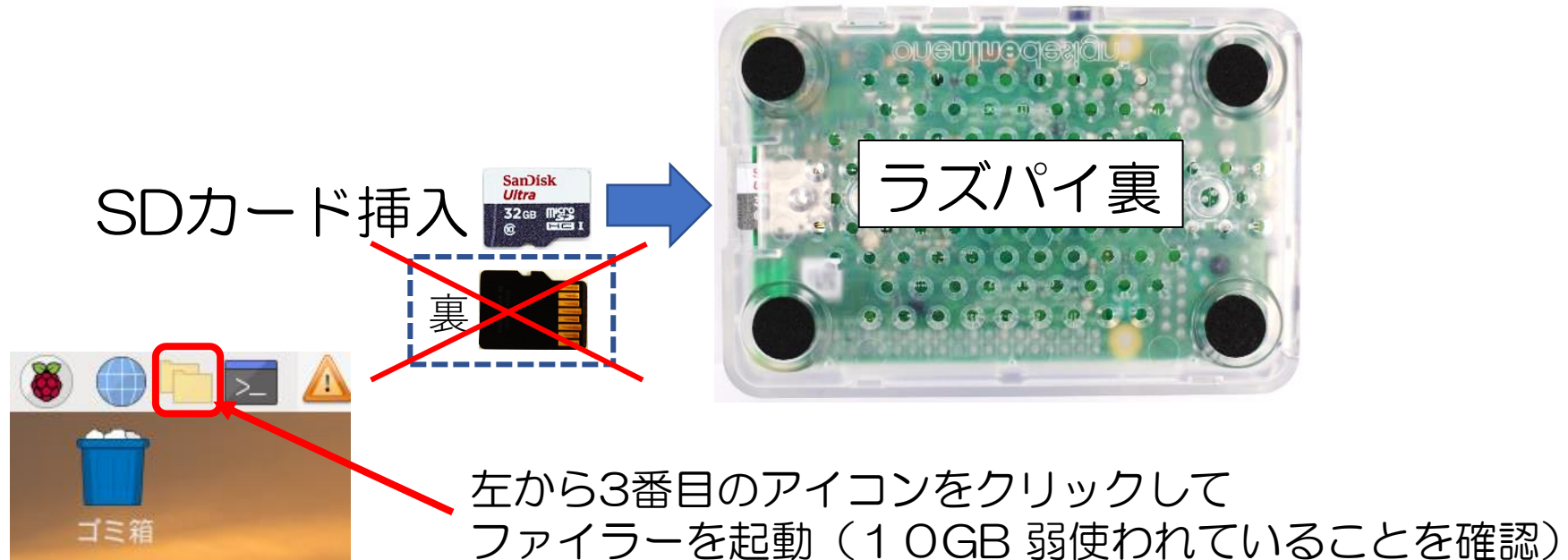
SDカード
挿入

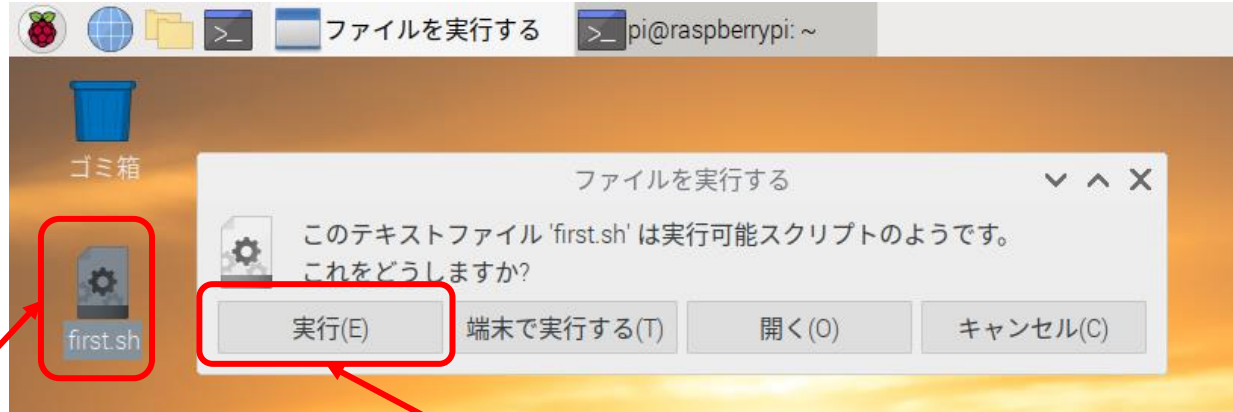
ご自身の
ラズベリーパイ
システムの復元
(使用領域拡張)

次のスライド

使用領域拡張

- ①SDカードをラズパイに挿入
- ②HDMIケーブルを接続
- ③モニタ用ACアダプタを接続
- ④キーボード、マウスを接続
- ⑤ラズパイ用ACアダプタ（USB-C）を接続 ⇒ ラズパイ起動





①first.sh をダブルクリック ②実行をクリック



自動で再起動されます。



左から3番目のアイコンをクリックして
ファイラーを起動（30G弱使われていることを確認）

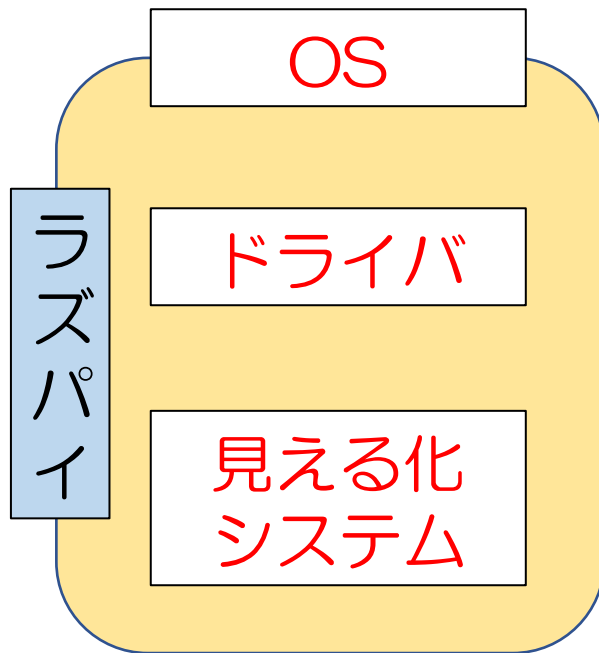
first.shはもう使わないので、ゴミ箱に捨ててください。



一番左のアイコンをクリックして
一番下のshutdown→shutdownを選択

起動ディスクの作製完了

- OS(Raspberry Pi OS)
- ドライバ(Python)
- 見える化システム(Node-RED)



ドライバ (Python)

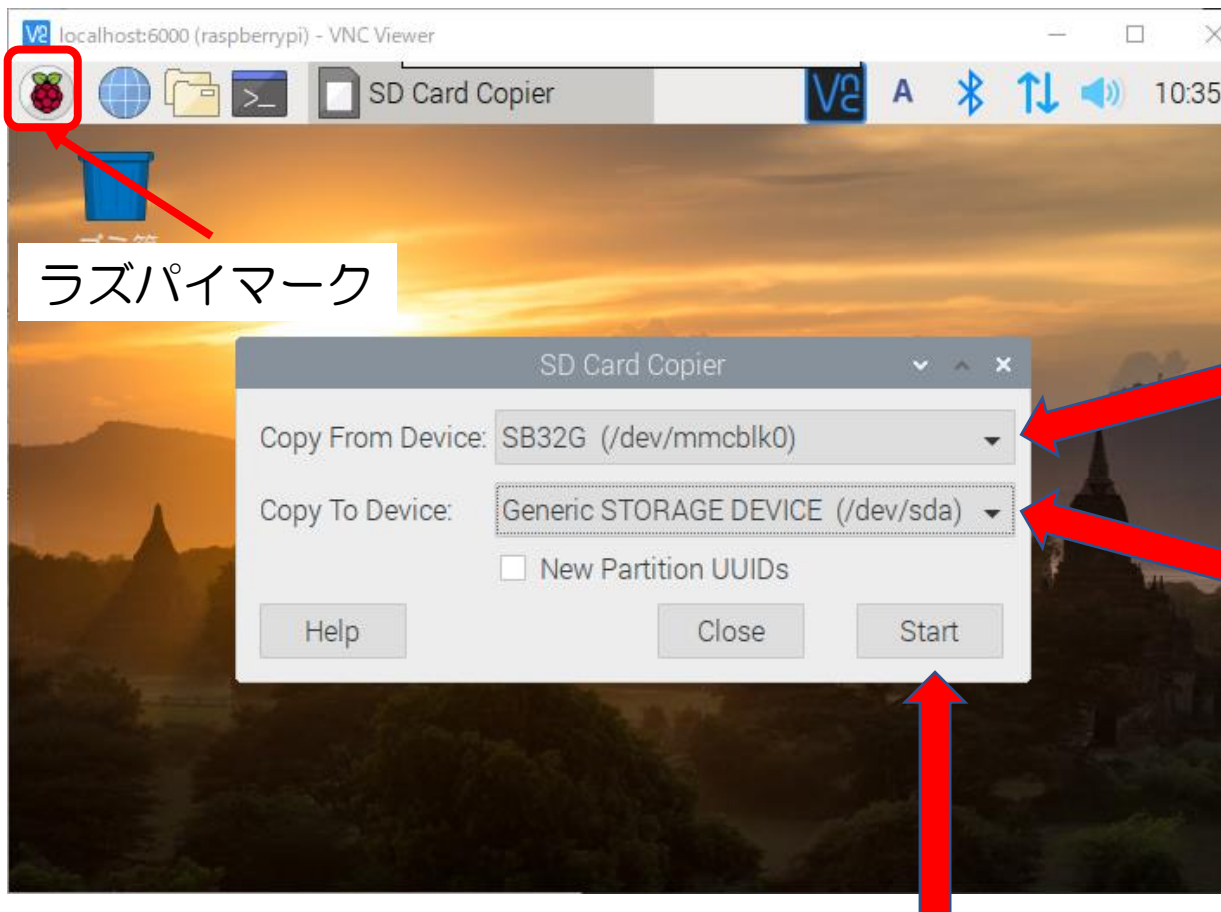
- センサからデータを取得
- Node-RED用にデータ形式を変換

見える化システム (Node-RED)

- ドライバからデータを取得
- データの見える化 (ブラウザ表示)

(補足資料) SDカードからSDカードへのコピー

ラズパイにmicroSDカードを挿したUSBカードリーダーを接続し『SDCardCopier※』を実行。



- ①ラズパイマークをクリック。
- ②アクセサリにカーソルを合わせる。
- ③SDCardCopierをクリック。

④

SB32G(/dev/mmcbk0)
を選ぶ。

⑤

Generic STORAGE DEVICE
(/dev/sda)を選ぶ。

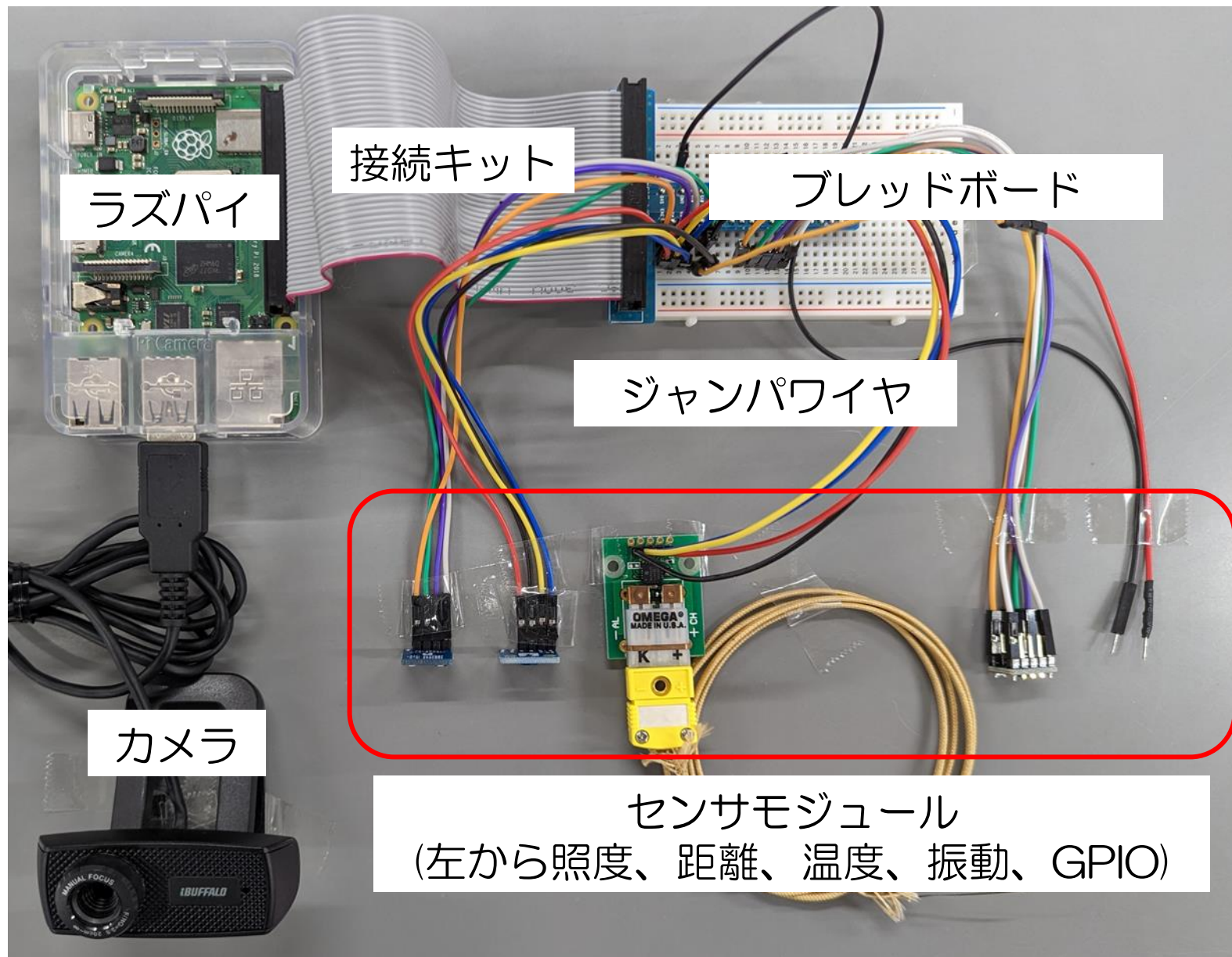
⑥ Startを押して実行する。

- ※1 終了まで15分程度かかります。
- ※2 複製に使うmicroSDカードはコピー元と同じか大きいものを選んで下さい。
- ※3 同じ容量表記のSDカード同士でも容量が異なりコピーできない場合があります。

② センサ回路の作製

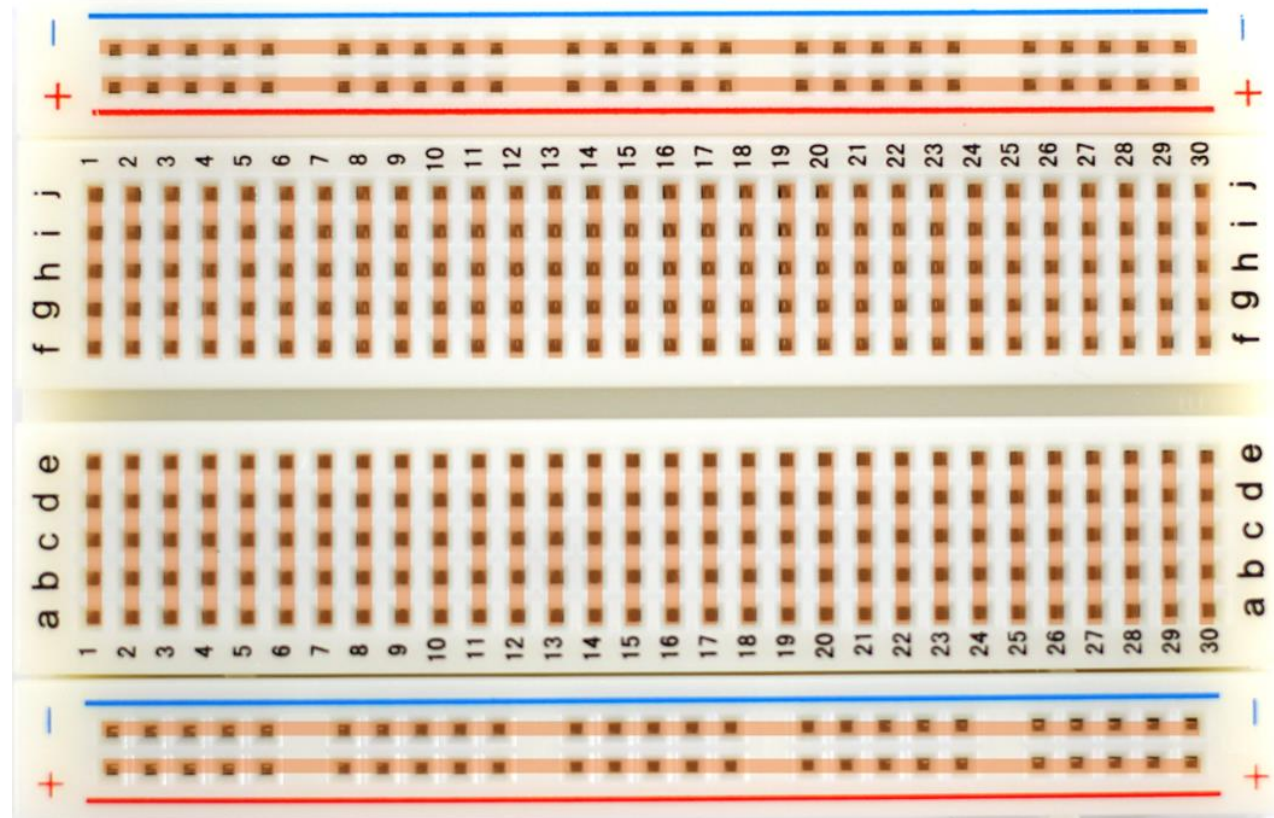
センサ接続用の回路を作製

全体概要 (ハードウェア)



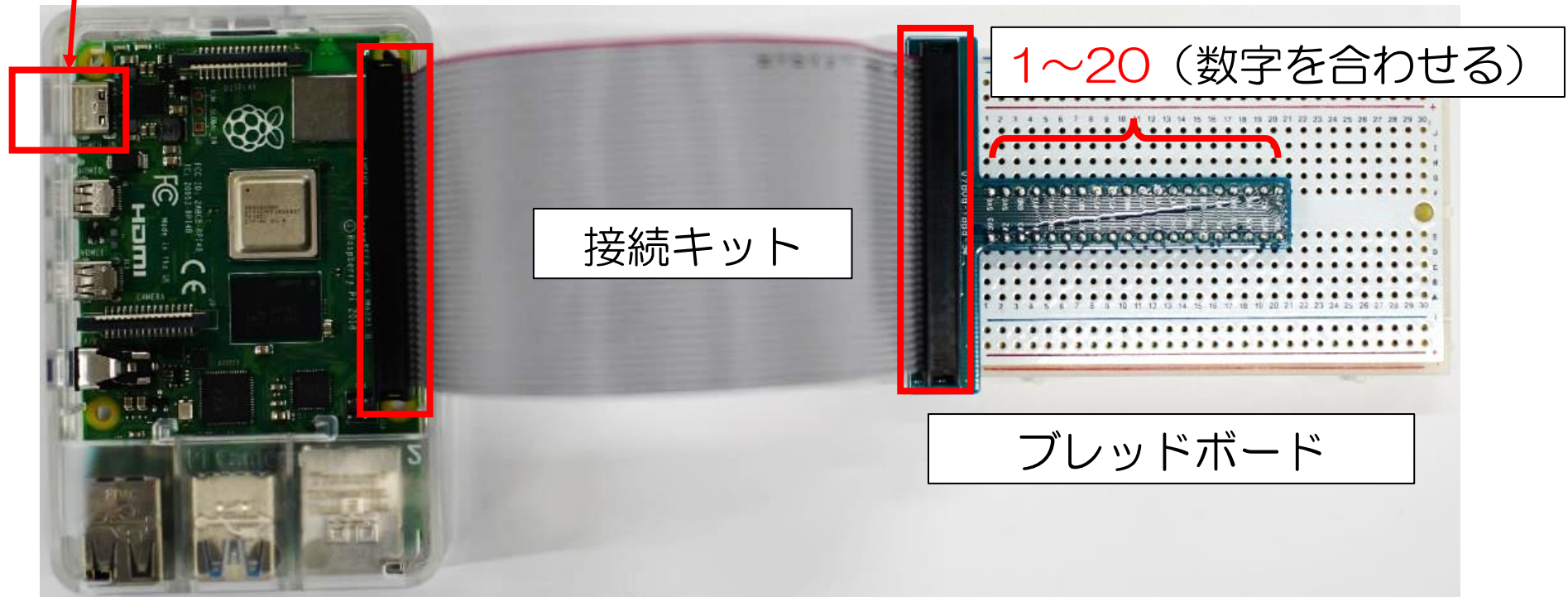
ブレッドボードについて

- オレンジ色の部分が内部で導通
- ジャンプワイヤを直接ブレッドボードに接続（半田付け不要）



センサ回路の作製

USB-Cのアダプターを抜いてから
接続キットをブレッドボードとラズパイに接続



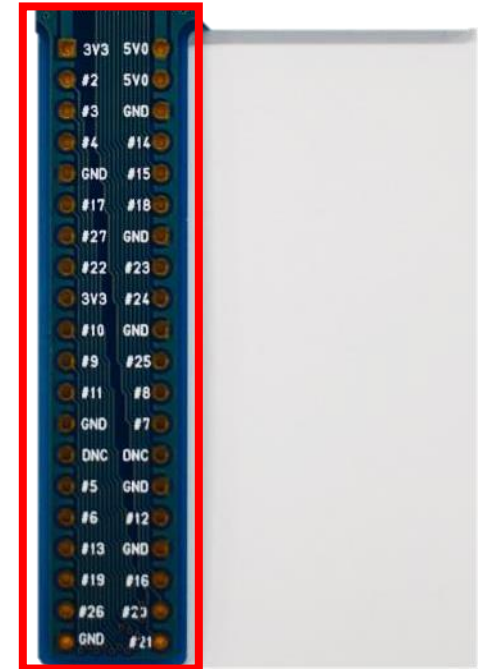
ピンアサインについて(ラズパイ)

I2C通信で使用するポート (温度・距離・照度センサ)

3.3V Power - 1	2 - 5V Power
SDA1 - GPIO02 - 3	4 - 5V Power
SCL1 - GPIO03 - 5	6 - Ground
GPIO04 - 7	8 - GPIO14 - TxD
Ground - 9	10 - GPIO15 - RxD
GPIO17 - 11	12 - GPIO18
GPIO27 - 13	14 - Ground
GPIO22 - 15	16 - GPIO23
3.3V Power - 17	18 - GPIO24
MOSI - GPIO10 - 19	20 - Ground
MISO - GPIO09 - 21	22 - GPIO25
SCLK - GPIO11 - 23	24 - GPIO8 - CE0
Ground - 25	26 - GPIO7 - CE1
SD - 27	28 - SC
GPIO05 - 29	30 - Ground
GPIO06 - 31	32 - GPIO12
GPIO13 - 33	34 - Ground
GPIO19 - 35	36 - GPIO16
GPIO26 - 37	38 - GPIO20
Ground - 39	40 - GPIO21

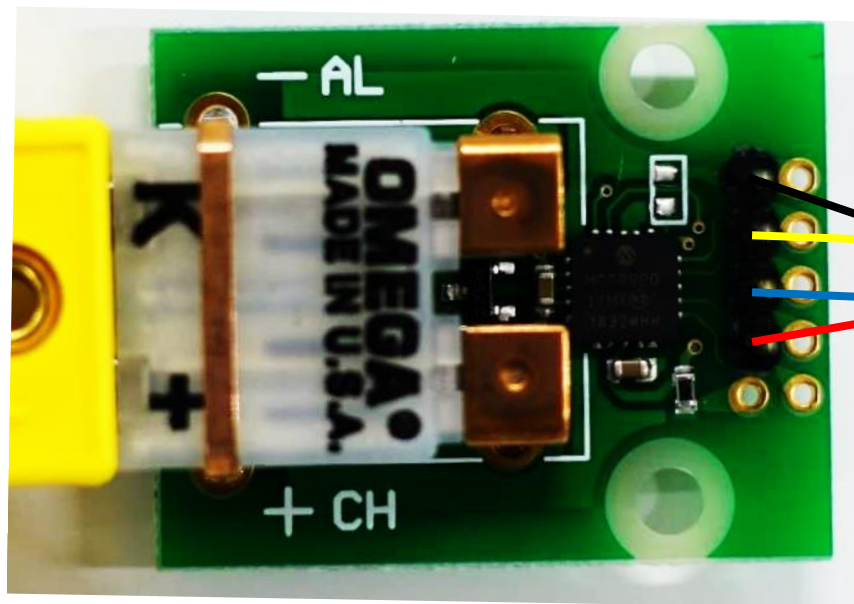
SPI通信で使用するポート (振動センサ)

接続キット

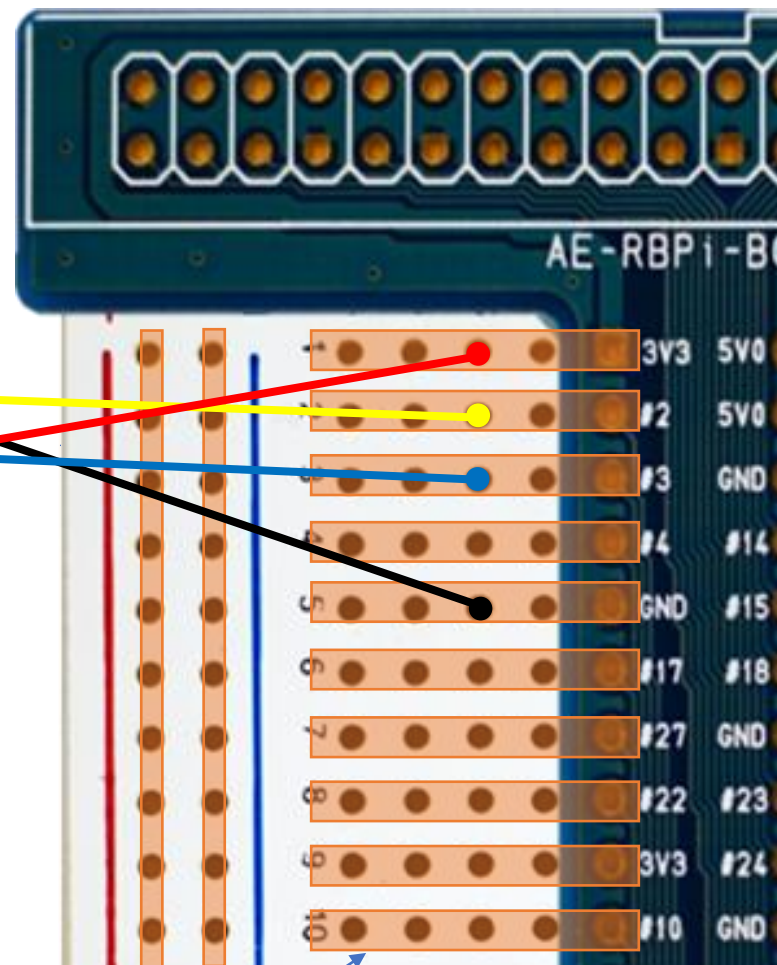


GPIO通信で使用するポート
(無電圧接点)

温度センサ接続(I2C通信)

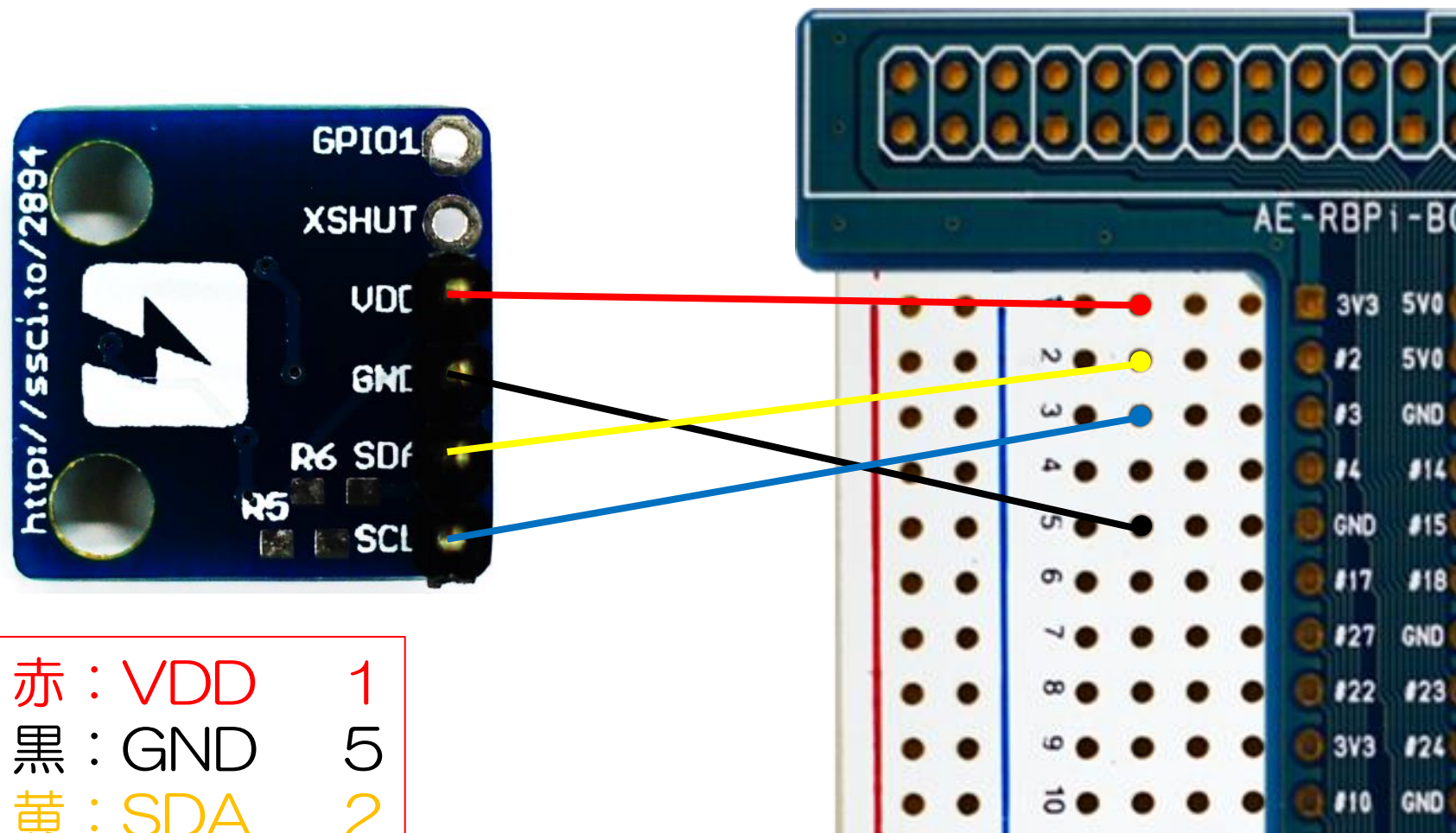


黒	: GND	5
黄	: SDA	2
青	: SCL	3
赤	: VDD	1



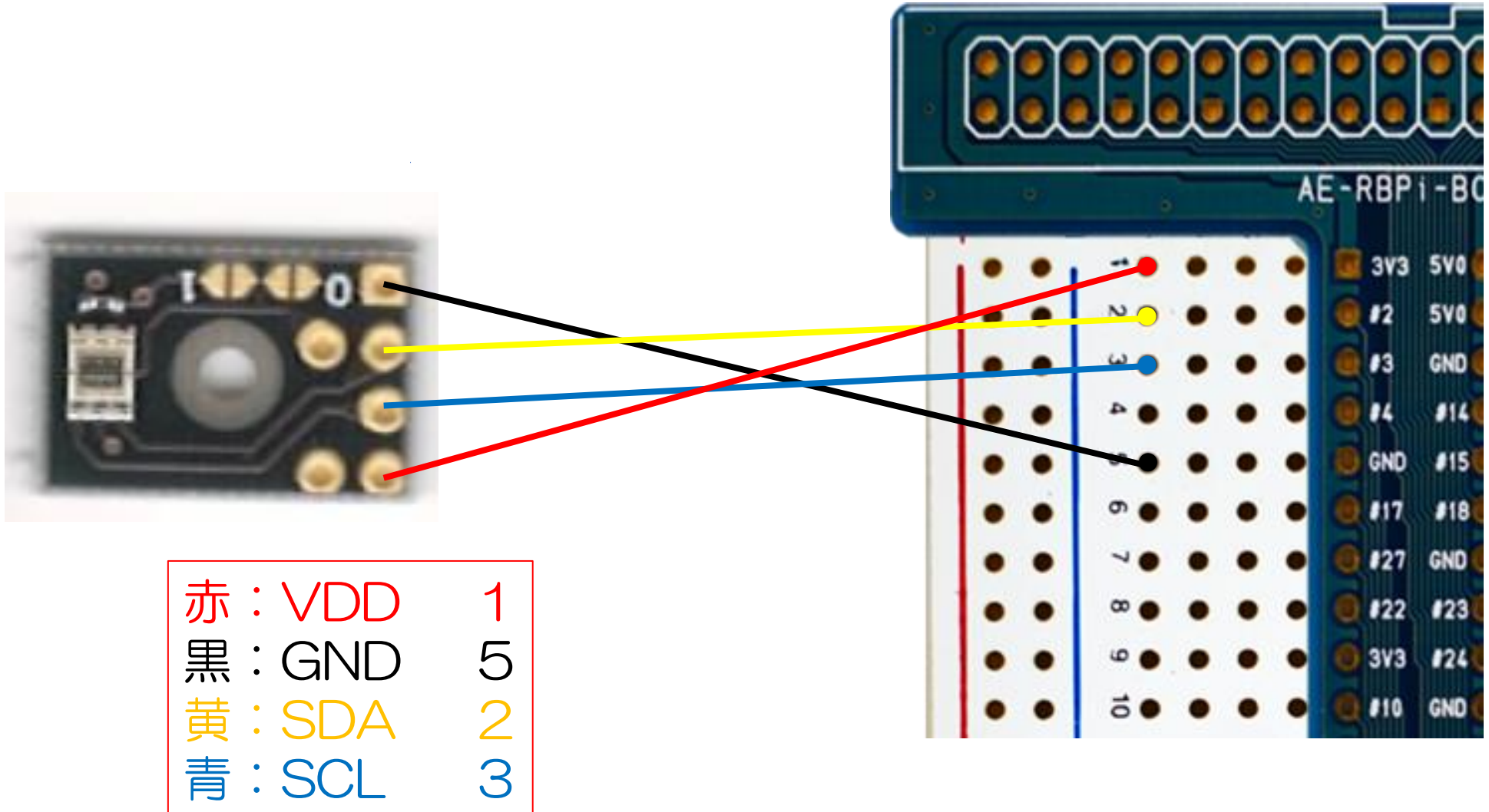
背面の導通パターン

距離センサ接続(I2C通信)

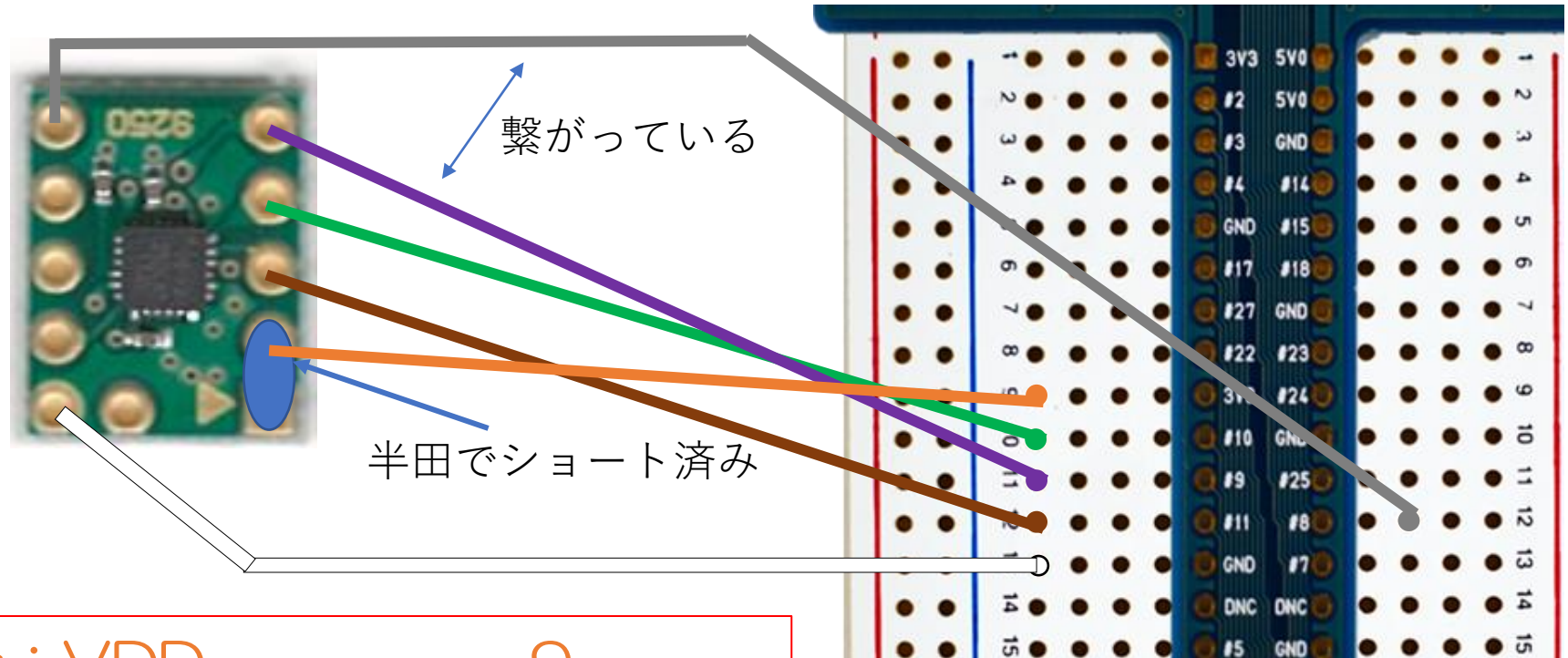


赤	: VDD	1
黒	: GND	5
黄	: SDA	2
青	: SCL	3

照度センサ接続(I2C通信)

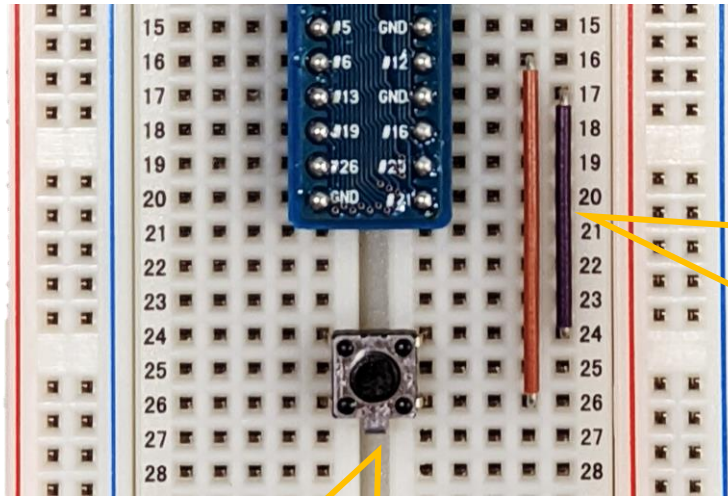


振動センサ接続 (SPI通信)

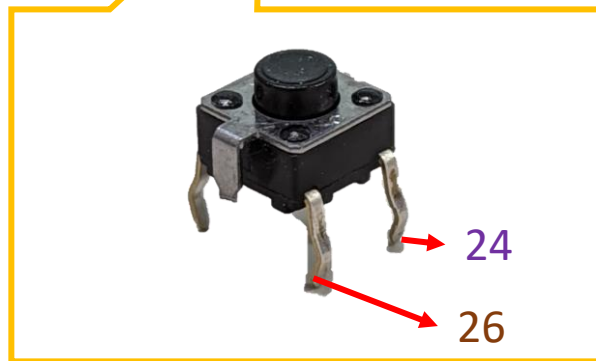


橙	: VDD	9
白	: GND	13
茶	: SCL	12
緑	: SDA	10
紫	: ADO/SDO	11
灰	: NCS	12(右側)

無電圧接点接続 (GPIO)

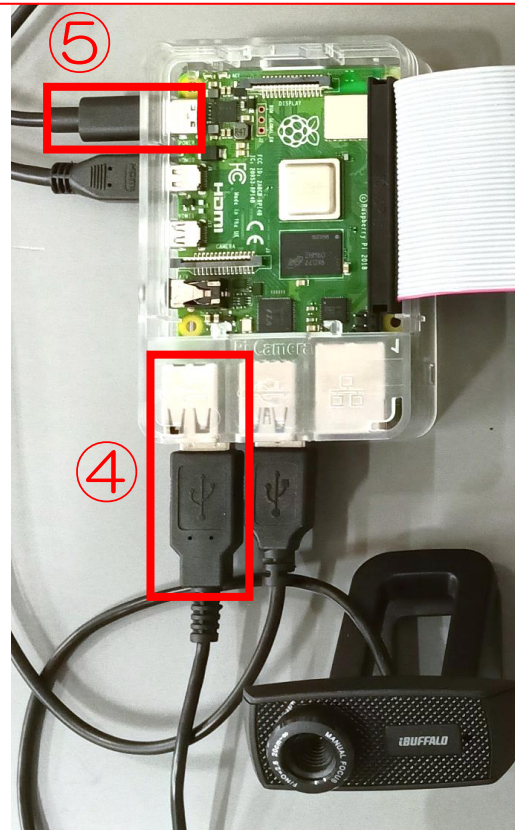


茶 : 16(#12) - 26
紫 : 17(GND) - 24



センサ回路の作製完了 ⇒ 「IoT導入支援キット」 起動

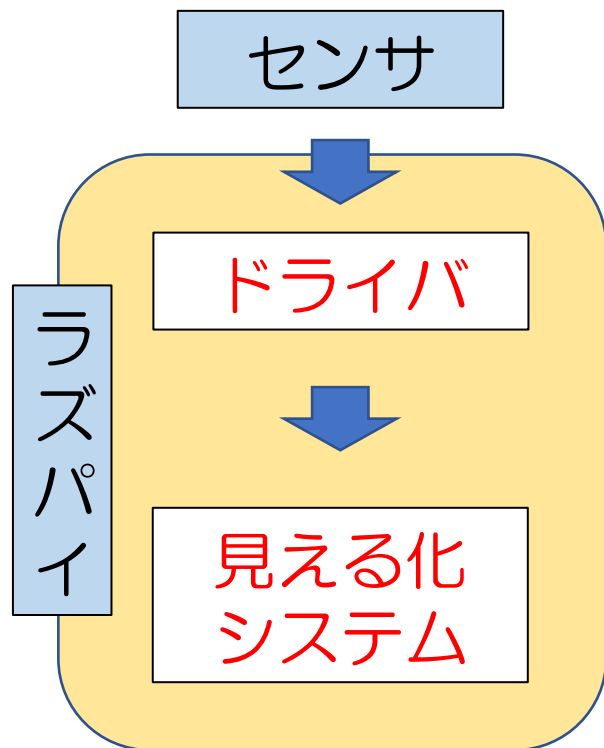
- ①HDMIケーブルを接続
- ②モニタ用ACアダプタを接続
- ③キーボード、マウスを接続
- ④カメラをラズパイに接続
- ⑤ラズパイ用ACアダプタを接続



③動作確認

ソフトウェア、センサ回路の動作確認

全体概要（ソフトウェア）



ドライバ (Python)

- センサからデータを取得
- Node-RED用にデータ形式を変換

見える化システム (Node-RED)

- ドライバからデータを取得
- データの見える化（ブラウザ表示）

接続確認 (I2C センサ)



左から4番目のアイコンをクリックして
LXTerminalを起動

```
pi@denshi-pi-001: ~ $ i2cdetect -y 1
 0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d
00:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
10:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
20:  --  --  --  --  --  --  29  --  --  --  --  --  --
30:  --  --  --  --  --  --  39  --  --  --  --  --  --
40:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
50:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
60:  --  --  --  --  --  --  67  --  --  --  --  --  --
70:  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --  --
```

コマンド『i2cdetect -y 1』を実行

距離センサのアドレス (29)

照度センサのアドレス (39)

温度センサのアドレス (67)

動作確認 (Pythonで書かれたプログラム実行)

コマンド

『node-red-stop』を実行する
(ドライバーを使っているので止める)

```
pi@denshi-pi-027:~$ node-red-stop
Stop Node-RED
Use node-red-start to start Node-RED again
pi@denshi-pi-027:~$
```

コマンド

『python3 /home/pi/python/mcp9600.py』
を実行 (温度センサ)

```
pi@denshi-pi-027:~$ python3 /home/pi/python/mcp9600.py
```

実行結果

Ctrl + **C** を押して止める

```
["ch0": 20.3125, "time": 1570088765]
["ch0": 20.375, "time": 1570088770]
["ch0": 20.4375, "time": 1570088775]
["ch0": 20.375, "time": 1570088780]
```

同様に

『python3 /home/pi/python/tof.py --sensing_mode GOOD_ACCURACY』 (距離センサ)

『python3 /home/pi/python/mpu9250.py』 (振動センサ)

『python3 /home/pi/python/TSL2561.py --gain 1 --integral 101』 (照度センサ)

を実行

動作確認 (見える化システム (Node-RED) を実行)

```
pi@denshi-pi-027:~$  
pi@denshi-pi-027:~$  
pi@denshi-pi-027:~$ node-red-start  
Start Node-RED
```

① コマンド
『node-red-start』 を実行



② 地球アイコンをクリックして起動

③ 『localhost:1880/ui』 を入力

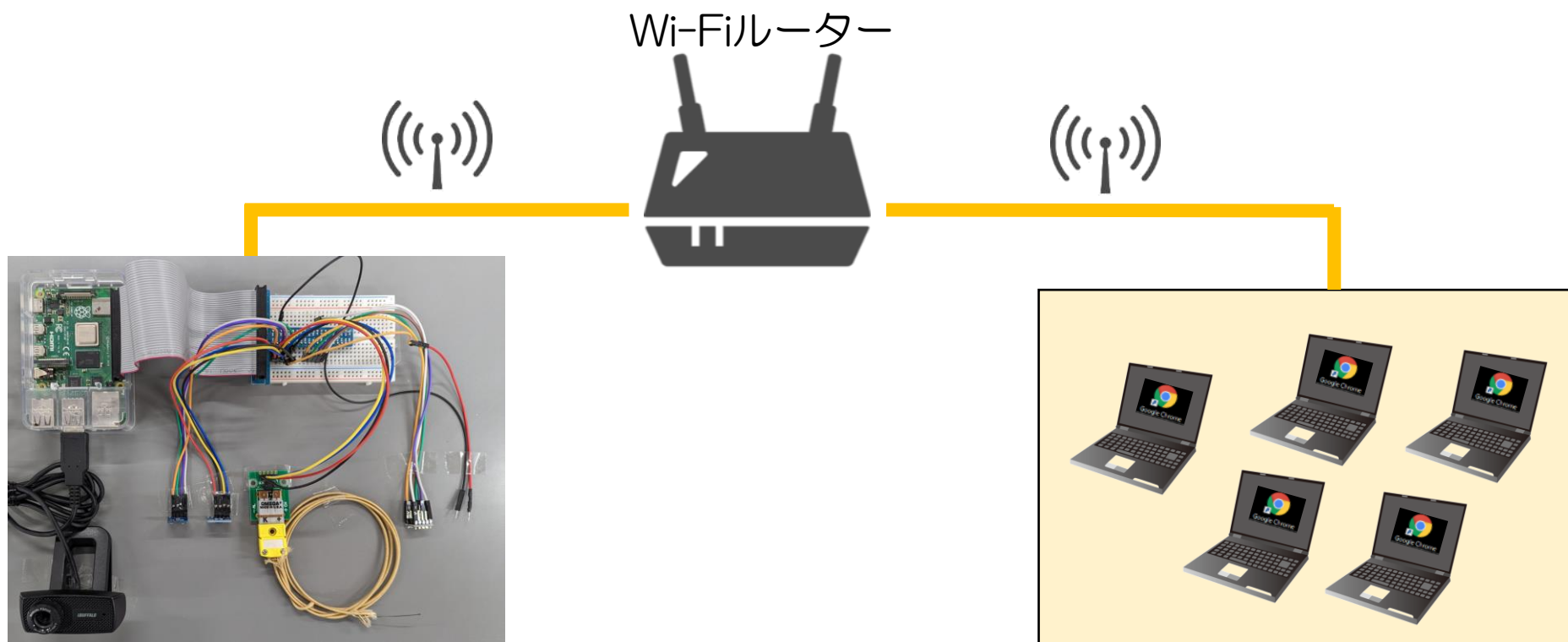
← Localhost:1880/ui

ダッシュボード

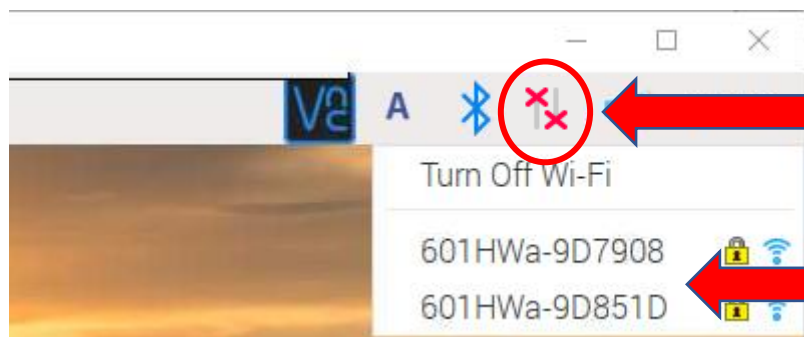
加速度		温度		距離		照度		GPIO(無電圧接点入力)	
X軸	0.5 m/s ²	ch0	22.4 °C	平均	1,000 mm	可視	613 CNT	GPIO12-GND	Open
Y軸	-8.0 m/s ²	ch1	-- °C	最小	1,000 mm	赤外	180 CNT	スイッチ回数	0 回/sec
Z軸	-5.6 m/s ²	ch2	-- °C	最大	1,000 mm	ゲイン: 1		モード	モード a接点
		ch3	-- °C	モード: GOOD		積分時間: 402ms			
出力信号設定(加速度)		出力信号設定(温度)		出力信号設定(距離)		出力信号設定(照度)		出力信号設定(GPIO)	
加速度軸	x軸	温度ch	ch0	距離	平均	照度	可視光		
立上り[m/s ²]	0	立上り[°C]	24	立上り[mm]	60	立上り[CNT]	100		

④ 遠隔操作環境の構築

遠隔操作のためのWi-Fi接続環境を構築



Wi-Fiへの接続（ラズパイ）

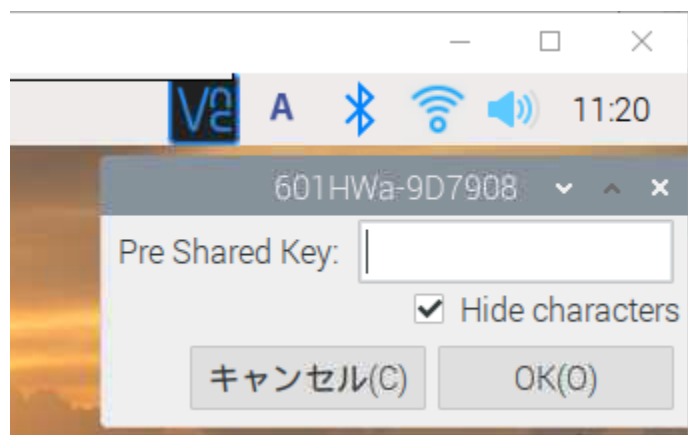


① クリックし、Turn On Wi-Fiを選択
(既にONの場合は不要)

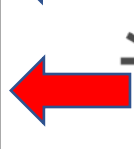
② 同じアイコンをクリックして少し待つ



③ 『SSID』を選んでクリック



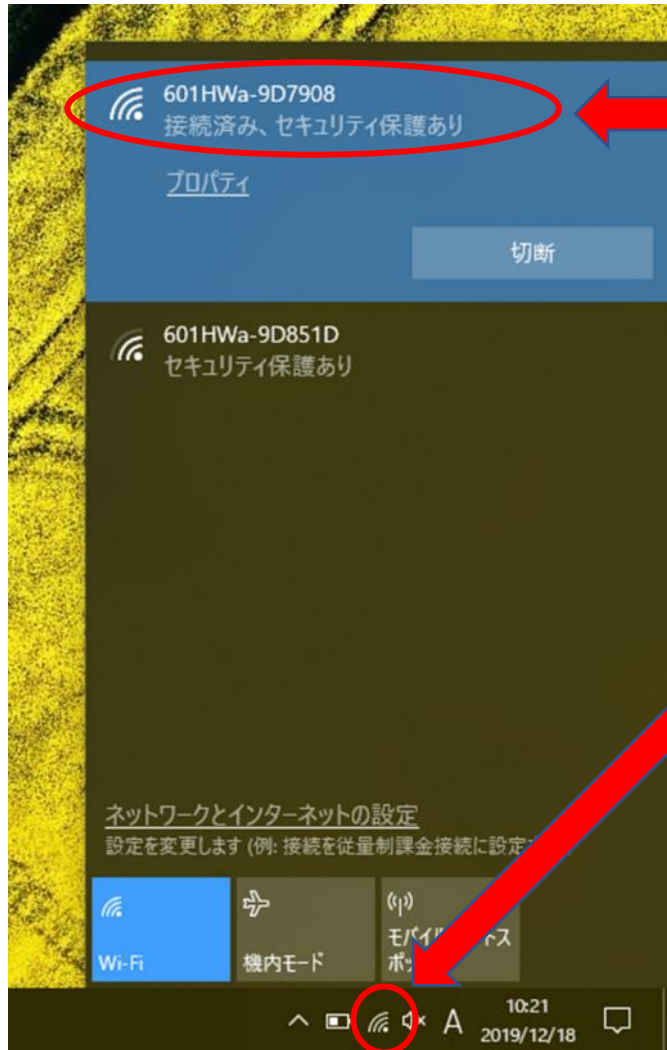
④ 『Password』を入力



⑤ OKをクリック

- ⑥ ①でクリックしたマークにカーソルを合わせて待つ（クリックしない）
- ⑦ Wlan Configured ●●●●/24と表示される ⇒ IPアドレスをメモ
- ⑧ 以後、ラズパイにつないでいるモニター、キーボード、マウスは使わないので外す

Wi-Fiへの接続 (ノートPC)



② 『SSID』を選んでクリック

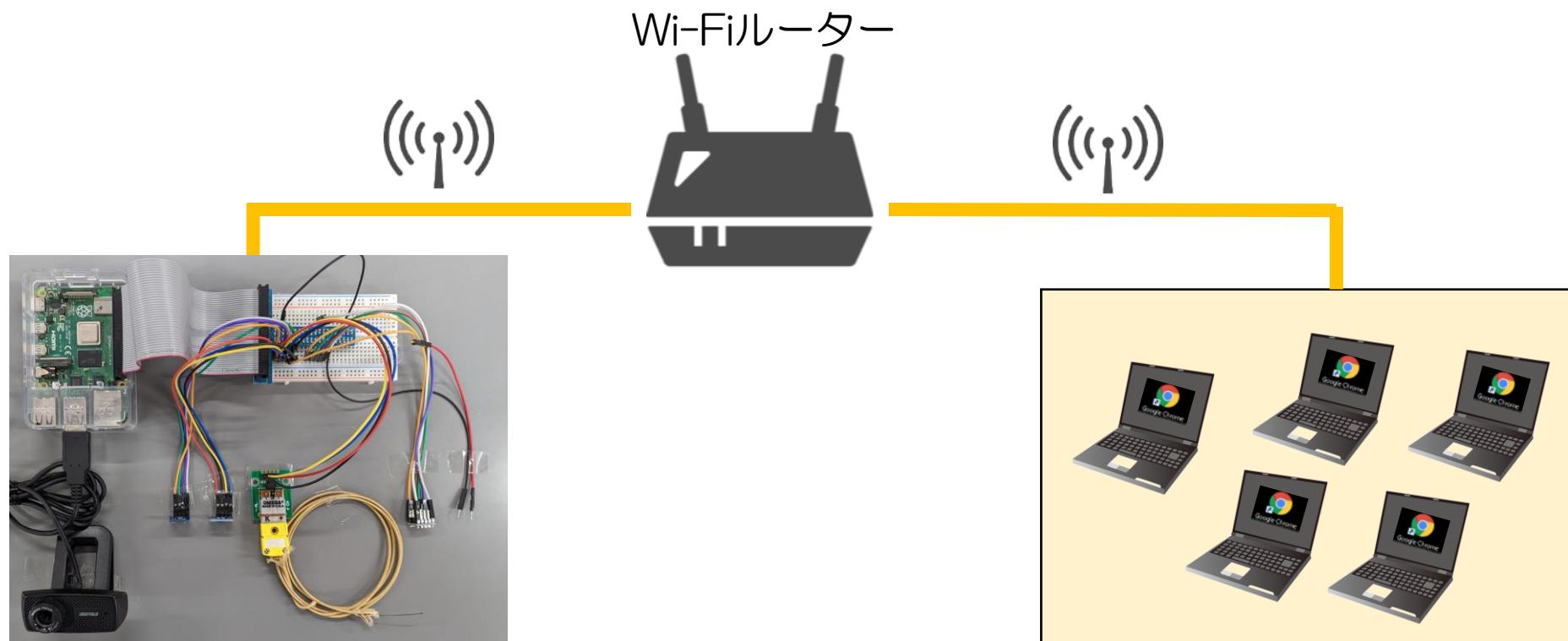
③ 『Password』を入力



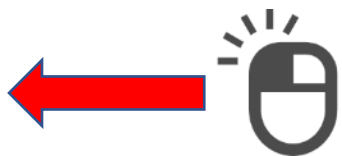
①地球マークをクリック

Wi-Fi接続完了
(ラズパイ⇄ノートPC)

PCのブラウザで『遠隔操作・監視』が可能



ブラウザで表示 (ノートPC)



① アイコンをダブルクリックして起動



192.168.2.10x:1880/ui



② 『IPアドレス:1880/ui』 を入力

≡ ダッシュボード

加速度		温度		距離		照度		GPIO(無電圧接点入力)	
X軸	0.5 m/s ²	ch0	22.4 °C	平均	1,000 mm	可視	613 CNT	GPIO12-GND	Open
Y軸	-8.0 m/s ²	ch1	-- °C	最小	1,000 mm	赤外	180 CNT	スイッチ回数	0 回/sec
Z軸	-5.6 m/s ²	ch2	-- °C	最大	1,000 mm	ゲイン: 1		モード	<input type="checkbox"/> a接点
		ch3	-- °C	モード: GOOD		積分時間: 402ms			
出力信号設定(加速度)		出力信号設定(温度)		出力信号設定(距離)		出力信号設定(照度)		出力信号設定(GPIO)	
加速度軸	x軸	温度ch	ch0	距離	平均	照度	可視光		
立上り[m/s ²]	0	立上り[°C]	24	立上り[mm]	60	立上り[CNT]	100		
立下り[m/s ²]	0	立下り[°C]	24	立下り[mm]	60	立下り[CNT]	100		
信号反転	<input type="checkbox"/>	信号反転	<input type="checkbox"/>	信号反転	<input type="checkbox"/>	信号反転	<input type="checkbox"/>		
GPIO17	カウンタ ON 3	GPIO06	カウンタ OFF 0	GPIO05	カウンタ ON 13	GPIO23	カウンタ ON 1	GPIO16	カウンタ OFF 10

カメラ 振動スペクトログラム

ソフトウェア(ドライバ、見える化システム)のライセンスについて

適用ライセンス：Apache License, Version 2.0

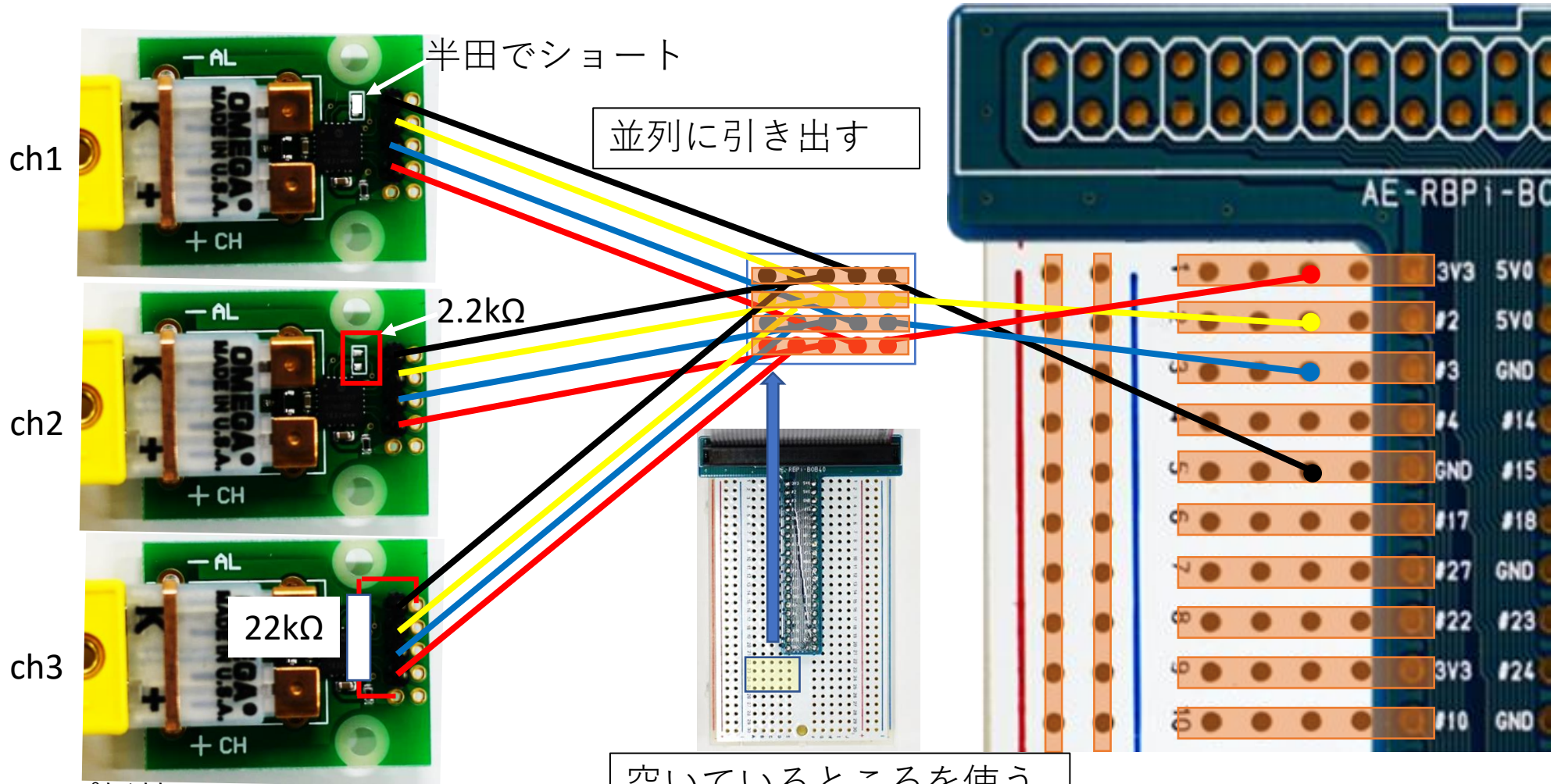
URL:<http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>

- 商用(私用)利用と修正、再配布が可能
- 修正、再配布の際は、著作権の表示、変更箇所の明示が必要
- 使用や配布に伴うトラブルについては、自己責任

用語説明

- ① ラズパイ：
Raspberry Pi（ラズベリーパイ）は、ARMプロセッサを搭載したシングルボードコンピュータで、イギリスのラズベリーパイ財団によって開発されている。
IoT導入支援キットのメインコンピュータで、正式名称は『RaspberryPi』である。
- ② Chrome：
google製のウェブブラウザである。
https://www.google.com/intl/ja_jp/chrome/
- ③ balena Etcher
イメージファイルからSDカードにシステムを書き込むツールである。
<https://www.balena.io/etcher/>
- ④ Node-RED：
IBMによってIoTのために開発された、フローベースプログラミングツールである。
IoT導入支援キットの開発言語として使用している。
- ⑤ I2C：フィリップス社が提唱した周辺デバイスとのシリアル通信の方式。電源・GND・SDA・SCLの4本の信号線で通信するものである。
- ⑥ SPI：同期式シリアル通信の一つ。電源・GND・MISO・MOSI・SCLK・CSの6本の信号線で通信するものである。
- ⑦ Python：汎用のプログラミング言語である。コードがシンプルで扱いやすく設計されており、C言語などに比べて、さまざまなプログラムを分かりやすく、少ないコード行数で書けるといった特徴がある。IoT導入支援キットのセンサードライバーに使用している。

温度センサの追加について



チップ抵抗、もしくは
5番・10番端子に抵抗を繋ぐことで、
チャンネルを指定